

## ELECTRIC POWER STORAGE SYSTEM BY HYDROGEN ENERGY

**Patent number:** JP4349356

**Publication date:** 1992-12-03

**Inventor:** KUGIMIYA KEIICHI; YOSHINO MASAKAZU; TOKURA MICHIO; FUJIMOTO TETSUO; UEDA MITSUO; NAKAMORI NOBUO; SUMI MASAO; MIYAMOTO HITOSHI; TOKUNAGA SETSUO

**Applicant:** MITSUBISHI HEAVY IND LTD

**Classification:**

- international: C25B1/04; H01M8/00; H01M8/06; H02J15/00

- european: H01M8/18C2

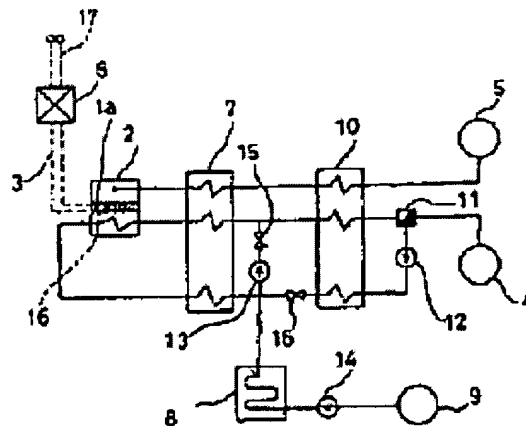
**Application number:** JP19910001940 19910111

**Priority number(s):** JP19910001940 19910111

## Abstract of JP4349356

**PURPOSE:** To improve total energy efficiency by alternately carrying out hydro gen production and electric power generation with the same solid electrolyte, storing steam produced at the time of electric power generation in a heat stor age apparatus, and using it at the time of hydrogen production.

**CONSTITUTION:**An electric power generation cell using a solid electrolyte is prepared by partitioning an electrolyte 2 with a solid electrolyte 1 formed like a plate and hydrogen and oxygen are supplied there to from a hydrogen tank 4 and an oxygen tank 5, respectively, so as to generate electricpower as well as steam. The electricpower is transmitted to a DC/AC transformer 6. A part of the reaction heat at that time is used for heating hydrogen and oxygen by a heat-exchange apparatus 7 and the rest is stored as condensed water in a condensed water tank 9 after the heat is stored by a heat storage apparatus 8. At time of hydrogen production, electricpower is received from an electricpower transmitting line 17 and supplied to the cell 2. Water is converted into steam while passing the heat storage apparatus 8 by a water supplying pump 4, and supplied to the cell 2. Here, oxygen is allowed to permeate through the electrolyte 1a by electrolysis and separated. Hydrogen is separated from water by a gas-liquid separator 11 and led to the hydrogen tank 4.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-349356

(43) 公開日 平成4年(1992)12月3日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/00	Z	9062-4K		
C 2 5 B 1/04		8414-4K		
H 0 1 M 8/06	R	9062-4K		
H 0 2 J 15/00	Z	9061-5G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-1940

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 釘宮 啓一

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号  
三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 吉野 昌和

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号  
三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 戸倉 道男

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号  
三菱重工業株式会社神戸造船所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

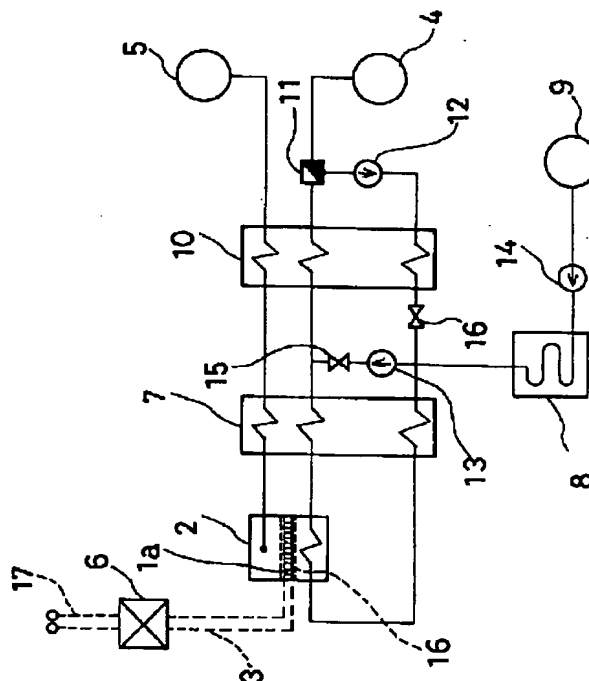
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素エネルギーによる電力貯蔵システム

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、可逆のプロセスの総合エネルギー効率を従来と比べて向上することを主要な目的とする。

【構成】 水素エネルギーを利用する電力貯蔵システムにおいて、水素の製造と、水素による発電を交互に同一の固体電解質を用いて行なうとともに、発電時に生成する水蒸気のエネルギーを蓄熱器に貯蔵し、かつ貯蔵した熱エネルギーを水素製造時に利用することを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素エネルギーを利用する電力貯蔵システムにおいて、水素の製造と、水素による発電を交互に同一の固体電解質を用いて行なうとともに、発電時に生成する水蒸気のエネルギーを蓄熱器に貯蔵し、かつ貯蔵した熱エネルギーを水素製造時に利用することを特徴とする水素エネルギーによる電力貯蔵システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、水素エネルギーによる電力貯蔵システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 固体電解質からなる板の両面に電極を設け、電極間に直流電圧を印加すれば、水あるいは水蒸気を電気分解して水素と酸素とが得られることは公知である。また、固体電解質の両面に、水素と酸素をそれぞれ供給すれば、燃料電池作用によって電流が発生し、発電することも知られ、一枚の固体電解質を用いて水素の製造と発電とを交互に可逆的に行う事ができることも知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 固体電解質を介して水素を出し入れし電力の貯蔵と発電を行うシステムでは、電気エネルギーから水素エネルギーへ、更に水素エネルギーを電気エネルギーに変換するが、システムの各プロセスにおけるエネルギー転換効率をいかに高めエネルギー損失を最小にとどめるかが課題である。また、固体電解質による電気分解のエネルギー効率は90~95%と高いが、固体電解質を用いる燃料電池の発電効率は50~60%である。従って、可逆的な操作によるエネルギー効率は、45~57%となり、従来から電力貯蔵として実用されている揚水発電所のエネルギー効率を上回ることにはできない状態である。

【0004】 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、可逆のプロセスの総合エネルギー効率を従来と比べて向上しえる水素エネルギーによる電力貯蔵システムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本可逆的水素エネルギー利用プロセスにおけるエネルギー損失は、発電操作時に発生する余剰の熱が有効に利用されないことにある。一方、水素の製造時には、電力の他に、吸熱反応に見合う熱を与える必要がある。両者のプロセスを考察し、本発明者は、発熱操作時の余剰熱を蓄えておき、この熱を水素製造時に供給するシステムを提案した。即ち、可逆的水素エネルギープロセスに、蓄熱システムを組み合わせ、理論的には可逆プロセス全体としてみた場合には、プロセス外へ廃熱されないで、エネルギー損失のないシステムを提案した。

## 【0006】

【作用】 本発明において、電気分解操作時に必要な

るエネルギーは、(1)電力 $W_1$ 、(2)吸熱反応に対応する入熱 $\Delta Q_1$ 、(3)水を所要の温度に加熱する熱 $\Delta Q_2$ であり、この操作において発生する熱として(4)電力損失に伴うジュール熱 $\Delta Q_3$ である。従って、正味、供給されなければならない熱 $Q_1$ は $\Delta Q_1 + \Delta Q_2 - \Delta Q_3$ となる。

【0007】 一方、発電時においては、本来水素のもつ化学結合エネルギー $Q_0$ が利用されるが、これは(1)電力 $W_2$ 、(2)発熱反応熱 $\Delta Q_4$ 、(3)水素と酸素を所要温度へ加熱する熱 $\Delta Q_5$ に分配される。正味の発熱 $Q_2$ は $\Delta Q_4 - \Delta Q_5$ となる。しかるに、本発明では、発電時の発熱 $Q_2$ を一時貯えておき、可逆のプロセスにおいて、水素製造の時に必要となる熱 $Q_1$ として供給するものである。従来、この $Q_1$ はすべて電力 $W_3$ として与えられていたが、本発明のシステムによって、 $W_3 - W_1$ の電力が節減され、エネルギー効率がの上昇につながるものである。

## 【0008】

【実施例1】 図1は本発明の一実施例に係る水素エネルギーによる電力貯蔵システムの説明図、図2は発電時のプロセスの流れの説明図である。

【0009】 固体電解質による発電セルは、電解セル2内を例えば板状に成形した固体電解質1aで仕切り、両面に多孔質の電極1bを取り付け、電極にリードケーブル3を接続してなる。これに水素タンク4、酸素タンク5から水素及び酸素を、それぞれの電極部に供給することによって、水素と酸素が結合し、水蒸気が生成され電力を発生する。これを直交、交直変換器6へ送電する。このとき、同時に熱発生がある。この反応熱は略発生電力に匹敵するが、一部は第1熱交換器7によって水素及び酸素の加熱に用い、残りは蓄熱器8により蓄熱し、凝縮水として凝縮水タンク9に貯留する。なお、図中の10は第2熱交換器、11は気液分離器、12は循環ポンプ、13は水蒸気サーキュレータ、14は給水ポンプ、15は止め弁A、16は止め弁B、17は送電線を示す。

【0010】 図3は、水素製造時のプロセスの流れを説明する図である。この場合は、発電時と流れ方向が逆向きとなり、水蒸気サーキュレータ13を停止し、給水ポンプ14と循環ポンプ12を運転する。水素は電力を送電線17から受電し、直交、交直変換器6を経て、電解セル2に供給する。水は給水ポンプ13により蓄熱器12を通り、水蒸気にされ、電解セル2に送られ、ここで電気分解によって酸素が固体電解質1aを透過して分離され、水素と水蒸気は第1熱交換器7及び第2熱交換器10を経て、気液分離機11に達し、ここで水素は水と分離されて、水素タンク4へ入る。このような電気分解プロセスにおいては、電気分解が吸熱反応であるので、固体電解質1aに対し、電力の他に、熱を必要とする。本プロセスでは、この熱は蓄熱器から水蒸気として与えられ、電気分解反応が進行する。

3

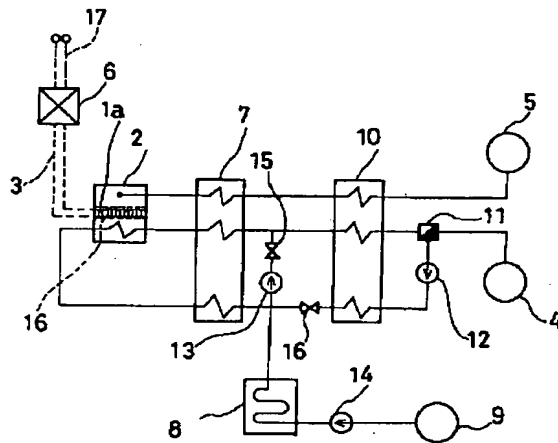
【0011】このように、上記実施例による水素エネルギーによる電力貯蔵システムによれば、本プロセスにおいて消費されるエネルギーは、水素と酸素の加熱、冷却エネルギーとプロセスからの放熱であり、これが消費した電力と発生した電力の差となる。

【0012】事実、本プロセスにおける蓄熱量は、水素製造時の所要総エネルギーの約10%に相当する。電力への寄与率を考慮すると、本プロセスの採用によって、電力貯蔵効率（発電量／電力消費量）は約5%程度向上するものと予想される。

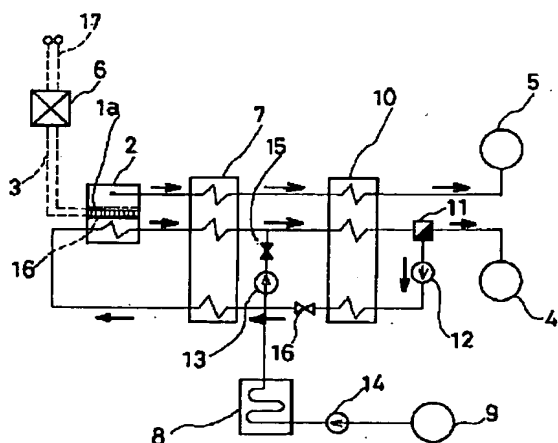
【0013】

【発明の効果】以上詳述した如く本発明によれば、可逆のプロセスの総合エネルギー効率を従来と比べて向上しえる水素エネルギーによる電力貯蔵システムを提供できる。

【図1】



【図3】



4

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るに水素エネルギーによる電力貯蔵システムの系統図。

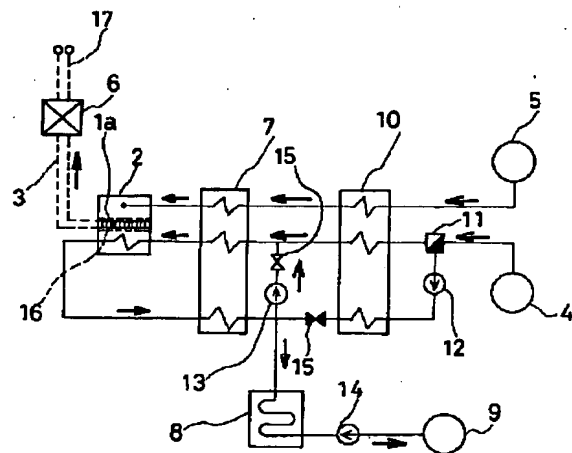
【図2】本システムによる発電時のシステムの流れの説明図。

【図3】本システムによる水素製造時のシステムの流れの説明図。

【符号の説明】

1 a…固体電解質、1 b…電極、2…電解セル、3…リードケーブル、4…水素タンク、5…酸素タンク、6…直交、交直変換器、7…第1熱交換器、8…蓄熱器、9…凝縮水タンク、10…第2熱交換器、11…気液分離器、12…循環ポンプ、13…水蒸気サーキュレータ、14…給水ポンプ、17…送電線。

【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年4月21日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素エネルギーを利用する電力貯蔵システムにおいて、水素の製造と、水素による発電を交互に同一の固体電解質を用いて行なうとともに、発電時に生成する水蒸気のエネルギーを蓄熱器に貯蔵し、かつ貯蔵した熱エネルギーを水素製造時に利用することを特徴とする水素エネルギーによる電力貯蔵システム。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水素エネルギーによる電力貯蔵システムに関する。

【0002】

【従来の技術】固体電解質からなる板の両面に電極を設け、電極間に直流電圧を印加すれば、水あるいは水蒸気を電気分解して水素と酸素とが得られることは公知である。また、固体電解質の両面に、水素と酸素をそれぞれ供給すれば、燃料電池作用によって電流が発生し、発電することも知られ、一枚の固体電解質を用いて水素の製造と発電とを交互に可逆的に行う事ができることも知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】固体電解質を介して水素を出し入れし電力の貯蔵と発電を行うシステムでは、電気エネルギーから水素エネルギーへ、更に水素エネルギーを電気エネルギーに変換するが、システムの各プロセスにおけるエネルギー転換効率をいかに高めエネルギー損失を最小にとどめるかが課題である。また、固体電解質による電気分解のエネルギー効率は90～95%と高いが、固体電解質を用いる燃料電池の発電効率は50～60%である。従って、可逆的な操作によるエネルギー効率は、45～57%となり、従来から電力貯蔵として実用されている揚水発電所のエネルギー効率を上回することはできない状態である。

【0004】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、可逆のプロセスの総合エネルギー効率を従来と比べて向上しえる水素エネルギーによる電力貯蔵システムを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本可逆的水素エネルギー利用プロセスにおけるエネルギー損失は、発電操作時に発生する余剰の熱が有効に利用されないことにある。一方、水素の製造時には、電力の他に、吸熱反応に見合う熱を与える必要がある。両者のプロセスを考察し、本発明者は、発熱操作時の余剰熱を蓄えておき、この熱を水素製造時に供給するシステムを提案した。即ち、可逆的水素エネルギープロセスに、蓄熱システムを組み合わせ、理論的には可逆プロセス全体としてみた場合には、プロセス外へ廃熱されず、エネルギー損失のないシステムを提案した。

【0006】

【作用】本発明において、電気分解操作時に必要となるエネルギーは、(1)電力 $W_1$ 、(2)吸熱反応に対応する入熱 $\Delta Q_1$ 、(3)水を所要の温度に加熱する熱 $\Delta Q_2$ であり、この操作において発生する熱として(4)電力損失に伴うジュール熱 $\Delta Q_3$ である。従って、正味、供給されなければならない熱 $Q_1$ は $\Delta Q_1 + \Delta Q_2 - \Delta Q_3$ となる。

【0007】一方、発電時においては、本来水素のもつ化学結合エネルギー $Q_0$ が利用されるが、これは(1)電力 $W_2$ 、(2)発熱反応熱 $\Delta Q_4$ 、(3)水素と酸素を所要温度へ加熱する熱 $\Delta Q_5$ に分配される。正味の発熱 $Q_2$ は $\Delta Q_4 - \Delta Q_5$ となる。しかるに、本発明では、発電時の発熱 $Q_2$ を一時貯えておき、可逆のプロセスにおいて、水素製造の時に必要となる熱 $Q_1$ として供給するものである。従来、この $Q_1$ はすべて電力 $W_3$ として与えられていたが、本発明のシステムによって、 $W_3 - W_1$ の電力が節減され、エネルギー効率がの上昇につながるものである。

【0008】

【実施例1】図1は本発明の一実施例に係る水素エネルギーによる電力貯蔵システムの説明図、図2は発電時のプロセスの流れの説明図である。

【0009】固体電解質による発電セルは、電解セル2内を例えば板状に成形した固体電解質1aで仕切り、両面に多孔質の電極1bを取り付け、電極にリードケーブル3を接続してなる。これに水素タンク4、酸素タンク5から水素及び酸素を、それぞれの電極部に供給することによって、水素と酸素が結合し、水蒸気が生成され電力を発生する。これを直交、交直変換器6へ送電する。このとき、同時に熱発生がある。この反応熱は略発生電力に匹敵するが、一部は第1熱交換器7によって水素及び酸素の加熱に用い、残りは蓄熱器8により蓄熱し、凝縮水として凝縮水タンク9に貯留する。なお、図中の10は第2熱交換器、11は気液分離器、12は循環ポンプ、13は水蒸気サーキュレータ、14は給水ポンプ、15は止め弁A、16は止め弁B、17は送電線を示す。

【0010】図3は、水素製造時のプロセスの流れを説明する図である。この場合は、発電時と流れ方向が逆向きとなり、水蒸気サーキュレータ13を停止し、給水ポンプ14と循環ポンプ12を運転する。水素は電力を送電線17から受電し、直交、交直変換器6を経て、電解セル2に供給する。水は給水ポンプ13により蓄熱器12を通り、水蒸気にされ、電解セル2に送られ、ここで電気分解によって酸素が固体電解質1aを透過して分離され、水素と水蒸気は第1熱交換器7及び第2熱交換器10を経て、気液分離機11に達し、ここで水素は水と分離されて、水素タンク4へ入る。このような電気分解プロセスにおいては、電気分解が吸熱反応であるので、固体電解質1aに対し、電力の他に、熱を必要とする。本プロセスでは、この熱は蓄熱器から水蒸気として与えられ、電気分解反応が進行する。

【0011】このように、上記実施例による水素エネルギーによる電力貯蔵システムによれば、本プロセスにおいて消費されるエネルギーは、水素と酸素の加熱、冷却エネルギーとプロセスからの放熱であり、これが消費した電力と発生した電力の差となる。

【0012】事実、本プロセスにおける蓄熱量は、水素製造時の所要総エネルギーの約10%に相当する。電力への寄与率を考慮すると、本プロセスの採用によって、電力貯蔵効率（発電量／電力消費量）は約5%程度向上するものと予想される。

【0013】

【発明の効果】以上詳述した如く本発明によれば、可逆のプロセスの総合エネルギー効率を従来と比べて向上しえる水素エネルギーによる電力貯蔵システムを提供できる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 藤本 哲郎  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72)発明者 上田 三男  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72)発明者 中森 信夫  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 角 正夫  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72)発明者 宮本 均  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72)発明者 徳永 節男  
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内